

EFFECTOS DEL pH Y DEL TIPO DE ÁCIDOS GRASOS DE LA DIETA SOBRE LA FERMENTACIÓN MICROBIANA RUMINAL EN CULTIVO CONTINUO

Fuentes, M.C.¹, Calsamiglia, S.¹

¹Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, España. Correo electrónico : Sergio.Clasamiglia@uab.es

INTRODUCCIÓN

Se realizó un experimento in vivo utilizando 356 vacas al inicio de la lactación (25 DEL), la mitad de estos animales recibió una dieta con semilla de soja extrusionada y la otra mitad una dieta con semilla de lino extrusionada. Se observó que el porcentaje de grasa en leche de los animales que recibieron la dieta lino disminuyó (2.64% vs. 2.86%) respecto al control. Existen varias teorías que pueden explicar la bajada observada en la grasa de la leche (Bauman y Griinari, 2003): a) Una deficiencia de acetato como resultado de la reducción de la digestión de la fibra, ya que éste es utilizado por la glándula mamaria para la síntesis de grasa; b) Al efecto de ciertos intermediarios de la biohidrogenación de ácidos grasos (AG), los AG-*trans*, que pueden ser los causantes de la bajada de grasa en leche. Uno de estos AG que se ha observado que tiene un efecto claro en la bajada de grasa en leche es el *trans*-10, *cis*-12 CLA. Las condiciones necesarias para que esto ocurra son: a) la presencia de AG insaturados de origen dietario; y b) que haya una alteración de los procesos ruminales normales de biohidrogenación. En consecuencia, parece que puede haber un efecto confundido o sinérgico entre varios factores: nivel de fibra dietario, pH ruminal e instauración de la grasa de la dieta. Existen trabajos donde se han estudiado los efectos del pH y del tipo de AG sobre la fermentación ruminal in vitro pero hay pocos en los que se haya estudiado este efecto en cultivo continuo. Por esta razón y para intentar explicar cuál pudo ser la causa de la bajada de grasa en leche observada en el experimento in vivo, se realizó este experimento estudiando el efecto del pH y del tipo de AG de la dieta sobre la fermentación microbiana ruminal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 8 fermentadores de doble flujo continuo en dos períodos consecutivos de 8 días (5 d de adaptación y 3 d de muestreo). La temperatura (39°C) y la tasa de dilución sólida (5%/h) y líquida (10%/h) se mantuvieron constantes. El primer día de cada periodo los fermentadores se inocularon con líquido ruminal de dos vacas canuladas alimentadas con una ración 60:40 forraje:concentrado. Los tratamientos se organizaron en un diseño factorial 2x2, siendo los factores principales el pH (6,4 vs 5,6) y el tipo de dieta utilizada [control (CTR) o lino (LIN)]. Los tratamientos fueron: dieta control, pH = 6.4 (CH); dieta control, pH = 5.6 (CL); dieta lino, pH = 6.4 (LH) y dieta lino, pH = 5.6 (CL). Ambas dietas tuvieron una relación F:C de 40:60, fueron similares en su composición básica y sólo se diferenciaron en el suplemento proteico (Tabla 1). Se suministraron 95 g MS/d dosificadas en tres veces al día a los fermentadores (0800, 1600, 2400 h). Durante los 3 días de muestreo se tomaron muestras a las 2, 4 y 8 horas post alimentación del efluente para medir la tasa de lipólisis y biohidrogenación ruminal, así como para realizar el perfil de AG. Se tomaron 500 ml de efluente al día durante los 3 días de muestreo para determinar N total, N amoniacal y AGV. Posteriormente parte de este efluente se liofilizó para analizar MS, MO, FND, FAD y bases púricas.

El diseño estadístico utilizado fue de bloques completos al azar con 4 tratamientos y 2 períodos, considerando el período como efecto bloque. Los resultados fueron analizados utilizando el programa PROC MIXED del SAS (V. 9.1, SAS Institute, Cary, NC). Las diferencias se declararon a $P < 0,05$.

Tabla 1. Composición en ingredientes de las dos dietas experimentales.

	CTR ¹	LIN
Ensilado de maíz	21.7	22.7
Alfalfa deshidratada (pellets)	20.9	21.9
Maíz	22.1	14.6
Harina de soja	8.5	11.3
Pulpa de remolacha	4.3	0.8
Granos de destilería	10.9	8.1
Aceite de soja	0.4	0.2
Premix	0.58	0.61
<i>Suplemento proteico</i>		
Semilla de lino extrusionada	-	6.2
Semilla de soja extrusionada	5.4	-
Maíz extrusionado	4.0	8.9
Cebada extrusionada	-	4.6
Jabones cálcicos de AG	1.2	-
Metionina bypass	0.04	0.02

¹CTR: dieta control, LIN: dieta lino.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las dietas contenían 28% FND, 17.9% proteína bruta y 6.1 de extracto etéreo. El contenido en ácidos grasos de la ración CTR y LIN fue 42 y 35.5% de C18:2, y 5.1 y 17.6% de C18:3, respectivamente. La reducción del pH resultó en los efectos esperados, y redujo la digestibilidad verdadera de la MO, de la FND y de la FAD. El efecto del pH sobre la digestión verdadera de la MS y MO fue mayor en la dieta L que en la dieta C (interacción $P < 0,03$).

El descenso en pH de 6.4 a 5.6 también resultó en una menor producción de AGV totales, AGV ramificados, N amoniacal, una menor proporción de acetato y butirato, de la relación acetato:propionato, y una mayor proporción de propionato y valerato. En cuanto al metabolismo del nitrógeno, la reducción del pH redujo la degradabilidad de la proteína, el flujo de N amoniacal, no amoniacal, dietario y bacteriano.

En cuanto al efecto de la dieta, no se observaron diferencias en la digestibilidad de la MS, MO o fibra. La dieta LIN redujo la producción de AGV en la dieta respecto a la dieta CTR, probablemente debido a que esta dieta LIN tenía una menor cantidad de CNF, pero la proporción de AGV no se vio afectada. En cuanto al metabolismo del nitrógeno, la dieta LIN aumentó el porcentaje y flujo de N amoniacal, la degradabilidad de la proteína bruta y la eficiencia de síntesis de proteína microbiana. Es posible que el proceso de extrusión del núcleo LIN resultara en una mejora en la disponibilidad de la proteína de lino. Sólo se observaron interacciones significativas en la digestibilidad de la MS y MO, y en la concentración de AGV ramificados.

Tabla 2. Efecto del pH y del tipo de dieta sobre la digestibilidad de la MS, MO, FND y FAD y sobre el metabolismo del nitrógeno.

	Tratamiento					P-valor		
	CH ¹	LH	CL	LL	SEM	Dieta	pH	Int. ²
Digestibilidad, %								
MS verdadera	50,33	53,15	51,57	48,11	0,90	0,73	0,06	0,01
MO verdadera	43,83	44,84	41,94	38,55	0,92	0,22	<0,01	0,03
FND	36,76	37,17	20,77	17,73	2,03	0,53	<0,01	0,42
FAD	42,70	43,24	20,32	17,70	2,35	0,66	<0,01	0,50
N amoniacal, %	6,69	8,99	1,35	4,64	0,53	<0,01	<0,01	0,37
Flujo de N, g/d								
Total	3,10	3,22	3,07	3,26	0,03	<0,01	0,90	0,21
Amoniacal	0,21	0,28	0,04	0,15	0,02	<0,01	<0,01	0,34
No amoniacal	2,89	2,94	3,02	3,12	0,04	0,10	<0,01	0,56
Dietario	1,39	1,31	1,59	1,69	0,06	0,82	<0,01	0,17
Bacteriano	1,51	1,62	1,43	1,43	0,05	0,31	0,02	0,23
Degradabilidad PB, %	45,01	52,49	37,08	38,99	2,20	0,06	<0,01	0,23
ESPM	38,21	40,43	38,22	41,31	1,01	0,02	0,67	0,67

¹CH: dieta control, pH = 6,4; LH: dieta lino, pH = 6,4; CL: dieta control, pH = 5,6; LL: dieta lino, pH = 5,6.

²Int: interacción dieta x pH.

Tabla 3. Efecto del pH y del tipo de dieta sobre la producción de AGV.

	Tratamiento					P-valor		
	CH ¹	LH	CL	LL	ESM	Dieta	pH	DietaxpH
AGV totales, mM	136,7	124,1	110,1	105,9	2,62	0,009	<0,01	0,14
Ramificados, mM	3,64	3,11	0,31	0,60	0,17	0,40	<0,01	0,01
AGV, mol/100mol								
Acetato	58,1	57,1	46,8	48,4	1,59	0,79	<0,01	0,28
Propionato	21,2	23,3	34,7	35,0	2,40	0,50	<0,01	0,59
Butirato	16,1	15,0	11,9	10,8	0,97	0,14	<0,01	0,95
Valérico	2,05	2,16	6,28	5,31	0,25	0,11	<0,01	0,05
Acetato:Propionato	2,76	2,46	1,38	1,42	0,15	0,39	<0,01	0,24

¹CH: dieta control, pH = 6,4; LH: dieta lino, pH = 6,4; CL: dieta control, pH = 5,6; LL: dieta lino, pH = 5,6.

CONCLUSIONES

Los efectos de la reducción del pH fueron los esperados. Asimismo, las diferencias en fermentación ruminal derivadas de la ración fueron las esperadas en base a la bibliografía disponible. La falta de efecto del tipo de dieta sobre la concentración de AGV totales y acético no apoyan la hipótesis de que la reducción de grasa observada en el trabajo previo in vivo pueda justificarse por la reducción en la disponibilidad de precursores de la síntesis de grasa láctea, y permite sugerir que los efectos pueden derivarse de la generación de ácidos grasos *trans* en la fermentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bauman, D.E., Griinari, J. M. 2003. Nutritional regulation of milk fat synthesis, *Annu, Rev, Nutr*, 23, 203-227,